



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10255303 A**(43) Date of publication of application: **25.09.98**

(51) Int. Cl.

G11B 7/135(21) Application number: **09052160**(22) Date of filing: **06.03.97**(71) Applicant: **SONY CORP**

(72) Inventor: **YAMAMOTO KENJI**
ICHIMURA ISAO
MAEDA FUMISADA
WATANABE TOSHIO
SUZUKI AKIRA
OSATO KIYOSHI

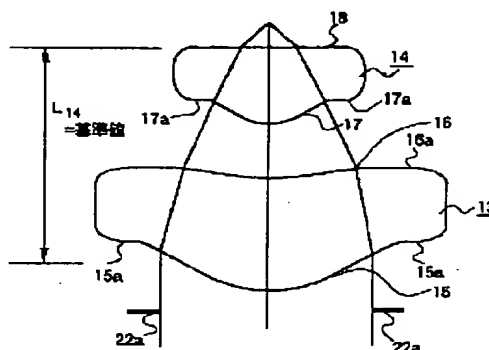
(54) **OPTICAL PICKUP AND ASSEMBLING METHOD
 OF OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL PICKUP**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control aberration within a tolerance without incorporating a special device even in the case of thickness errors in a two-group lens.

SOLUTION: In the two-group lens consisting of the first lens 13, constituted of the first face 15 on which a laser beam emitted from a semiconductor laser is made incident and the second face 16 which emits the incident laser beam from the first face 15 to the second lens 14, and the second lens 14 constituted of the third face 17 on which a luminous flux emitted from the second face 16 is made incident and the fourth face 18 which emits the incident luminous flux from the third face 17 to an optical disk arranged oppositely to the third face; a space between the first face 15 and the fourth is used as a reference for positioning.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 0 - 2 5 5 3 0 3

(43)公開日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 9 月 2 5 日

(51)Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G11B 7/135

G11B 7/135

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 1 6 頁)

(21)出願番号 特願平 9 - 5 2 1 6 0

(22)出願日 平成 9 年 (1 9 9 7) 3 月 6 日

(71)出願人 0 0 0 0 0 2 1 8 5

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

(72)発明者 山本 健二

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ

ニー株式会社内

(72)発明者 市村 功

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ

ニー株式会社内

(72)発明者 前田 史貞

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ

ニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

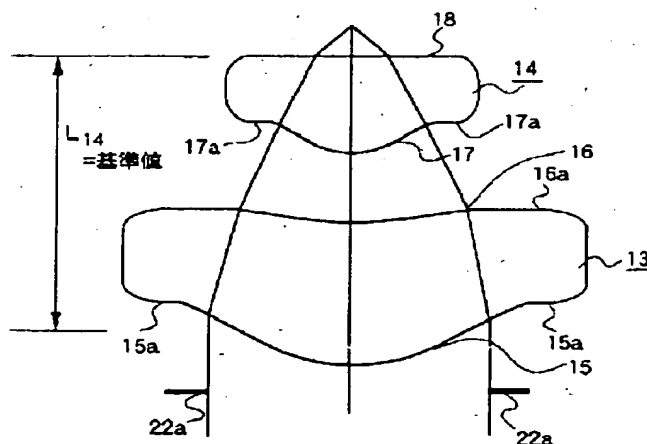
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学ピックアップ及び光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法

(57)【要約】

【課題】 2 群レンズにレンズ厚み誤差が生じて、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることを目的とする。

【解決手段】 半導体レーザから出射されたレーザ光が入射される第 1 の面 1 5 及び第 1 の面 1 5 から入射されたレーザ光を第 2 のレンズ 1 4 に対して出射する第 2 の面 1 6 からなる第 1 のレンズ 1 3 と、第 2 の面 1 6 から出射された光束が入射される第 3 の面 1 7 及び第 3 の面 1 7 から入射された光束を対向して配設された光ディスクに出射する第 4 の面 1 8 からなる第 2 のレンズ 1 4 とから構成される 2 群レンズにおいて、第 1 の面 1 5 と第 4 の面との間隔を位置決めの際の基準にする。



2 群レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 つの面が非球面である 2 群レンズを有する光学ピックアップにおいて、

上記 2 群レンズの第 1 の面の取り付け基準面と上記 2 群レンズの第 4 の面の取り付け基準面の間の設計長が基準値とされたレンズ鏡筒を備えることを特徴とする光学ピックアップ。

【請求項 2】 少なくとも 1 つの面が非球面である 2 群レンズを有する光学ピックアップにおいて、

上記 2 群レンズの第 2 の面の取り付け基準面である 2 群レンズの第 4 の面の取り付け基準面の間の設計長が基準値とされたレンズ鏡筒を備えることを特徴とする光学ピックアップ。

【請求項 3】 上記第 4 の面は、光学記録媒体に対向していることを特徴とする請求項 2 記載の光学ピックアップ。

【請求項 4】 少なくとも 1 つの面が非球面である光学ピックアップ用の 2 群レンズを組み立てる光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法において、

第 1 の面と第 4 の面の間隔が基準値となるように、上記 2 群レンズを組み立てることを特徴とする光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法。

【請求項 5】 上記基準値と等距離の取り付け基準面が設けられたレンズ鏡筒を備え、取り付け基準面と同一面に上記第 1 の面及び上記第 4 の面がそれぞれ取り付けられることを特徴とする請求項 4 記載の光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法。

【請求項 6】 少なくとも 1 つの面が非球面である光学ピックアップ用の 2 群レンズを組み立てる光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法において、

第 2 の面と第 4 の面の間隔が基準値となるように、上記 2 群レンズを組み立てることを特徴とする光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法。

【請求項 7】 上記基準面と等距離の取り付け基準面が設けられたレンズ鏡筒を備え、取り付け基準面と同一面に上記第 2 の面及び上記第 4 の面がそれぞれ取り付けられることを特徴とする請求項 6 記載の光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法。

【請求項 8】 上記第 4 の面は、光学記録媒体に対向していることを特徴とする請求項 6 記載の光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、2 群レンズを備えて、光ディスク、光磁気ディスク或いは光カード等の光学記録媒体に対して情報信号を書き込み又は読み出しする光学ピックアップ、及び 2 群レンズを組み立てる光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、情報信号の記録媒体として、いわ

ゆる光ディスク、光磁気ディスク、或いは光カードの如き種々の光学記録媒体が提案されている。そして、この光学記録媒体上に光源よりの光を照射してこの光学記録媒体に対する情報信号の書き込みや読み出しを行う光学ピックアップが提案されている。

【0003】 上記光学ピックアップにおいて、対物レンズは開口数 (NA) を大きくすることによって、この光学記録媒体上に集光された光のビームスポット径を小さくすることができ、光学記録媒体の信号記録密度を向上させることができる。例えば、従来において、開口数は、0.6 程度が限界であった。

【0004】 開口数を大きくする手段としては、図 28 に示すように、絞り部 100 で絞られた光源からの光束 101 が入射される第 1 のレンズ 102 と、第 1 のレンズ 102 より出射された光束を光学記録媒体 103 の信号記録面 103a 上に集束させる第 2 のレンズ 104 とからなる 2 群レンズ 105 による手段が提案されている。

【0005】 上記 2 群レンズ 105 は、詳しくは、光源から入射された光束 101 が入射される第 1 の面 106 及び第 1 の面 106 から入射された光束を第 2 のレンズ 104 に対して出射する第 2 の面 107 からなる第 1 のレンズ 102 と、この第 1 のレンズ 102 の第 2 の面 107 から出射された光束が入射される第 3 の面 108 及び第 3 の面 108 から入射された光束を対向して配設された光学記録媒体 103 に出射する第 4 の面 109 からなる第 2 のレンズ 104 とから構成されている。このように構成された 2 群レンズ 105 は、開口数を 0.8 以上にすることを可能にしている。

【0006】 例えば、2 群レンズ 105 は、第 1 のレンズ 102 に関してはその厚さとなる第 1 の面 106 と第 2 の面 107 との間隔 L_1 が、また第 2 のレンズ 104 に関してはその厚さである第 3 の面 108 と第 4 の面 109 との間隔 L_2 が、それぞれ最適に設計されている。そして、第 1 のレンズ 102 及び第 2 のレンズ 104 は、金型を用いたガラスモールドによって作製されている。

【0007】 また、2 群レンズ 105 は、一枚のレンズに構成される対物レンズと異なり、レンズの組み立て、例えば第 1 のレンズ 102 と第 2 のレンズ 104 との精密な位置決めが必要になる。これは、位置決め如何によって、収差が許容範囲以上になることがあるからである。

【0008】 上記位置決めは、例えば、第 1 の面 106、第 2 の面 107、第 3 の面 108、第 4 の面 109 のどれか 2 面を選択して行われている。そして、従来は、レンズ厚さ誤差に関わらず、例えばスペーサによって第 1 のレンズ 102 の第 2 の面 107 と第 2 のレンズ 104 の第 3 の面 108 の間隔 L_1 を基準として位置決めされ、光学ピックアップ内に組み込まれていた。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】ところで、2群レンズ105において、収差をできるだけ小さくするには、第1のレンズ102のレンズ厚さ L_1 、第2のレンズ104のレンズ厚さ L_2 、或いは第1のレンズ102と第2のレンズ104との間隔 L_3 における誤差を数 μm 以内に収める必要がある。

【0010】しかし、第1のレンズ102及び第2のレンズ104のレンズ厚さについては、ガラスモールドに使用するガラス硝材の重量によって管理されているため、その誤差を数 μm 以下に抑えることは現在の技術では困難を要する。通常、上記ガラスモールドによって製造されるレンズの厚み誤差は、 $\pm 10 \mu m$ 程度生じてしまう。

【0011】そして、第1のレンズ102又は第2のレンズ104のレンズの厚さに上述のような誤差が生じたまま第2の面107と第3の面108の間隔 L_4 を基準にして組み立てられてしまうと、2群レンズ105の全長、すなわち第1の面106と第4の面109の間隔が誤差分変化してしまう。このまま使用されると2群レンズ105の収差が許容範囲を越えてしまう場合があった。

【0012】なお、第1のレンズ102と第2のレンズ104の位置決めに関しては、その誤差を数 μm 以内に収めることは可能である。

【0013】一方、図29(A)及び図29(B)に示すように、第1のレンズ102に対して、第2のレンズ104が倒れ θ 及び偏芯 d を生じてしまうと大きな屈折力のために、2群レンズ105が容易に許容できない収差を発生させてしまう。

【0014】また、2群レンズ105に対して特殊なデバイスを付加することも考えられるが、高コストになってしまう。

【0015】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みてなされたものであって、2群レンズにレンズ厚み誤差が生じて、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることができる光学ピックアップ及び光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法の提供を目的とする。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光学ピックアップは、上述の課題を解決するために、2群レンズの第1の面の取り付け基準面と2群レンズの第4の面の取り付け基準面の間の設計長が基準値とされたレンズ鏡筒を備える。よって、光学ピックアップにおいて、2群レンズは、第1の面と第4の面の間隔が基準値をなす。

【0017】また、本発明に係る光学ピックアップは、上述の課題を解決するために、2群レンズの第2に面の取り付け基準面と2群レンズの第4の面の取り付け基準面の間の設計長が基準値とされたレンズ鏡筒を備える。

よって、光学ピックアップにおいて、2群レンズは、第2の面と第4の面の間隔が基準値をなす。

【0018】さらに、本発明に係る光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法は、上述の課題を解決するために、第1の面と第4の面の間隔が基準値となるように2群レンズを組み立てる。

【0019】そして、本発明に係る光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法は、上述の課題を解決するために、第2の面と第4の面の間隔が基準値となるように2群レンズを組み立てる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態をいくつかの図面を参照しながら説明する。

【0021】先ず、第1の実施の形態は、半導体レーザからのレーザ光を、第1のレンズ及び第2のレンズからなる2群レンズによって、光ディスクの信号記録面上に集光させる光学ピックアップである。すなわち、光学ピックアップにおいて、2群レンズは対物レンズを構成する。

【0022】上記2群レンズは、図2に示すように、半導体レーザから入射されたレーザ光が入射される第1の面15及び第1の面15から入射されたレーザ光を第2のレーザ14に対して出射する第2の面16からなる第1のレンズ13と、第2の面16から出射された光束が入射される第3の面17及び第3の面17から入射された光束を対向して配設された光ディスクに出射する第4の面18からなる第2のレンズ14とから構成されている。

【0023】そして、2群レンズ3は、第1の面15と第4の面18の間隔が基準値をなすように、光学ピックアップ内において組み立てられている。

【0024】上記光ディスクは、図1に示すように、光が入射される面となる厚さ0.1mmの透明基板51aを備えている。また、光ディスク51は、透明基板51aの強度を増すために、2mmのガラス板51bを備えている。そして、光ディスク51には、透明基板51aとガラス板51bとの間に信号記録層51cが形成され、2群レンズ3によってこの信号記録面51c上に半導体レーザ2よりの光が集束される。

【0025】上記光学ピックアップは、図1に示すように、レーザ光を発射する半導体レーザ2と、半導体レーザ2と光軸が一致されて、光ディスク51の信号記録面51cにレーザ光を集束させる2群レンズ3とを備えている。そして、光学ピックアップ1は、2群レンズ3を支持する2軸アクチュエータ4を備えている。

【0026】また、光学ピックアップ1は、半導体レーザ2と2群レンズ3の間であって光軸に一致させてコリメータレンズ5と、回折格子6と、偏光ビームスプリッタ7と、 $\lambda/4$ 波長板8とを半導体レーザ2側から順に備えている。

【 0 0 2 7 】さらに、光学ピックアップ 1 は、偏光ビームスプリッタ 7 の反射面 7 a で反射された光ディスク 5 1 よりの反射光が入射される位置に、集束レンズ 9 と、マルチレンズ 1 0 と、光検出器 1 1 とを備えている。

【 0 0 2 8 】上記半導体レーザ 2 は、波長が 6 3 5 n m のレーザ光を発射する。このレーザ光は、コリメータレンズ 5 に入射される。

【 0 0 2 9 】上記コリメータレンズ 5 は、入射されたレーザ光を平行な光束にして、回折格子 6 に向けて出射する。

【 0 0 3 0 】上記回折格子板 6 は、一主面部に回折格子面が形成された平行平板であり、入射された光束を、少なくとも、0 次光及び ± 1 次光の 3 本の光束に分岐する。この回折格子板 6 により分岐された各光束は、トラッキングエラー信号の検出方法であるいわゆる 3 ビーム法を実行する際の、メインビーム及びサブビームとなる。この回折格子板 6 によって分岐された光束は、偏光ビームスプリッタ 7 に入射される。

【 0 0 3 1 】上記偏光ビームスプリッタ 7 は、回折格子 6 よりの光束を透過するように形成された反射面 7 a を備えている。反射面 7 a は、後述するように、光ディスク 5 1 よりの反射光を反射する光学特性を有している。よって、回折格子 6 よりの光束は、偏光ビームスプリッタ 7 の反射面 7 a で反射されることなく $\lambda / 4$ 波長板 8 に向けて透過される。

【 0 0 3 2 】上記 $\lambda / 4$ 波長板 8 は、略平板上に形成され、偏光ビームスプリッタ 7 よりの光束を透過する。なお、 $\lambda / 4$ 波長板 8 は、後述するように、光ディスク 5 1 の信号記録面 5 1 c 上で反射された反射光を 9 0 ° 偏光させる光学特性を有している。この $\lambda / 4$ 波長板 8 を透過した光束は、2 群レンズ 3 に入射される。

【 0 0 3 3 】上記 2 群レンズ 3 は、図 1 及び図 2 に示す

ように、非球面レンズとされた第 1 のレンズ 1 3 及び第 2 のレンズ 1 4 を、一定の間隔を設けて組み立てられている。

【 0 0 3 4 】上記第 1 のレンズ 1 3 は、 $\lambda / 4$ 波長板 8 よりの光束が入射される第 1 の面 1 5 と、第 1 の面 1 5 から入射された光束を出射する第 2 の面 1 6 とから構成されている。この第 1 のレンズ 1 3 において、第 1 の面 1 5 は、 $\lambda / 4$ 波長板 8 に向って凸となるように非球面に形成され、その外周部 1 5 a が平面に形成されている。

10 また、第 2 の面 1 6 は、光の出射方向に対して凹となるように非球面に形成され、その外周部 1 6 a が平面に形成されている。すなわち、第 1 のレンズ 1 3 は、両面が非球面に形成され、その外周が平板状に形成されている。

【 0 0 3 5 】上記第 2 のレンズ 1 4 は、第 1 のレンズ 1 3 の第 2 の面 1 6 よりの光束が入射される第 3 の面 1 7 と、第 3 の面 1 7 から入射された光束を対向される光ディスク 5 1 に出射する第 4 の面 1 8 とから構成されている。この第 2 のレンズ 1 4 において、第 3 の面 1 7 は、20 対向する第 1 のレンズ 1 3 側に凸となるように非球面に形成され、その外周部 1 7 a が平面に形成されている。また、第 4 の面 1 8 は、上述したように光ディスク 5 1 に対向する面であって、平面に形成されている。

【 0 0 3 6 】上記 2 群レンズ 3 は、第 1 のレンズ 1 3 の第 1 の面 1 5 と第 2 のレンズ 1 4 の第 4 の面 1 8 との間隔 L が基準値とされて設計され、第 1 のレンズ 1 3 に対して第 2 のレンズ 1 4 が離間されている。

【 0 0 3 7 】ここで、表 1 及び表 2 に、第 1 のレンズ 1 3 と第 2 のレンズ 1 4 の設計データを示す。

30 【 0 0 3 8 】

【 表 1 】

	R D Y (曲率半径)	T H I (厚さ)	G L A (ガラス名)
O B J	無限大	無限大	
S T O	無限大	0.0	
第 1 の面	2.43644	2.297513	第 1 のレンズ
	K ; -0.530603 A ; 0.462792E-03 B ; -0.131930E-03 C ; -0.216921E-04 D ; -0.526207E-06 E ; 0.0 F ; 0.0		
第 2 の面	19.29810	1.042695	
	K ; -26.403411 A ; -0.838023E-03 B ; 0.455037E-03 C ; 0.502887E-04 D ; 0.0 E ; 0.0 F ; 0.0		
第 3 の面	1.50881	1.500	第 2 のレンズ
	K ; -0.198463 A ; -0.999579E-03 B ; -0.127468E-03 C ; 0.579594E-04 D ; -0.317005E-02 E ; 0.0 F ; 0.0		
第 4 の面	無限大	0.3	
	K ; 0.0 A ; 0.0 B ; 0.0 C ; 0.0 D ; 0.0 E ; 0.0 F ; 0.0		
光入射面	無限大	0.1	C G
信号面	無限大	0.0	
I M G	無限大	0.0	

EPD (入射瞳径 (mm))	4.500
WL (波長 (nm))	635
ガラス名	屈折率/アッペ数
第1のレンズ	1.493009/86.1
第2のレンズ	1.587007/61.3
CG (カバーガラス)	1.532

【0040】上記表1及び表2に示すように、第1のレンズ13には、屈折率及びアッペ数が1.493009及び86.1の光学特性を有する光学レンズを用いている。また、第2のレンズ14には、屈折率及びアッペ数が1.587007及び61.3の光学特性を有する光学レンズを用いている。例えば、第1のレンズ13には、ホーヤ株式会社製の「FCD1」（商品名）を用いることができ、第2のレンズ14には、ホーヤ株式会社製の「BACD5」（商品名）を用いることができる。

【0041】また、表1には、第1の面、第2の面、第

$$X = (Y^2/R) / (1 + (1 - (1 + K)(Y/R)^2)^{1/2}) + A \times Y^4 + B \times Y^6 + C \times Y^8 + D \times Y^{10} + E \times Y^{12} + F \times Y^{14}$$

なお、Xは面頂点からの深さ、Yは光軸からの高さ、Rは近軸曲率を示す。

【0045】また、表1には、透明基板51aの光入射面(CG:カバーガラス)、信号記録面51c及び像面(IMG)の曲率半径及び厚さを示している。また、表2に示すように、入射瞳径(EPD)、レーザ光の波長(WL)は、それぞれ、4.500mm、635nmである。

【0046】そして、表1では、物点(OBJ)が無限遠方にあることを示し、図2に示す絞り部(STO)22aの端部が第1の面15の直前であることを示している。

【0047】以上のように構成された光学系において、2群レンズ3は、開口数が0.7〜0.95になる。また、2群レンズ3による収差は図3乃至図5に示すようになる。

【0048】先ず図3(A)乃至図3(C)は、2群レンズ3の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す。

【0049】上記2群レンズ3の球面収差は、図3(A)に示すように、光軸から高さに関わらず小さく略一定の値を示している。

【0050】また、図3(B)に示すように、入射角度に関わらず、非点収差であるタンジェンシャル方向の収差とサジタル方向と収差との開きは小さい。

【0051】さらに、2群レンズ3の歪曲収差について

3の面、第4の面のそれぞれの曲率半径(RDY)及び厚さ(THI)を示している。

【0042】そして、表1において、Kは円錐係数を示している。さらに、A、B、C、D、E、Fは、それぞれ4次、6次、8次、10次、12次、14次の非球面係数を示している。

【0043】上述の値をもとに、(1)式の非球面式によって、第1の面、第2の面、第3の面及び第4の面の形状が導き出せる。

【0044】

... (1)

は、図3(C)に示すように、入射角度を0.50°まで変化させても、発生を確認することはできない。

【0052】そして、コマ収差については、図4(A)及び図4(B)に示すように、光軸からの高さ0.00、入射角度0°の条件下で、入射高さを変化させてもタンジェンシャル方向及びサジタル方向共に、小さな値を示している。

【0053】また、図5(A)に示すように、光軸からの高さ1.00、入射角度0.5°の条件下のタンジェンシャル方向のコマ収差は、入射高さとともに増加する。そして、光軸からの高さ1.00、入射角度0.5°の条件下のサジタル方向のコマ収差は、図5(B)に示すように、入射高さの変化に対して若干の変化に留まる。

【0054】上記2群レンズ3は、上述したように、第1の面15と第4の面18とが一定の間隔になるように、第1のレンズ13に対して第2のレンズ14が離間されている。ところで、2群レンズ3は、第1のレンズ13と第2のレンズ14の間に空気で構成された一枚の屈折レンズ(第3のレンズ)を有しているといえる。

【0055】よって、2群レンズ3において、第1レンズ13或いは第2レンズ14にレンズ厚み誤差が存在すると、上記第3のレンズは、その誤差と絶対値が同じ分だけ、厚みが逆に強制的に調整される。例えば、第1のレンズ13或いは第2のレンズ14は、そのレンズ厚み

誤差によって収差を発生させる。しかし、第3のレンズは、第1のレンズ13或いは第2のレンズ14のレンズ厚み誤差によって生じた収差とは逆極性の収差をそのレンズ厚み誤差によって発生させる。

【0056】すなわち、2群レンズ3は、第1レンズ13或いは第2レンズ14にレンズ厚み誤差が生じて、上記第3のレンズに逆の厚み誤差が生じるため、全体として収差を補正することができる。

【0057】よって、2群レンズ3は、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{11} が常に基準値とされた設計値に 10 なるように組み立てられることで、レンズ厚み誤差による収差の発生を防止することができる。

【0058】したがって、2群レンズ3は、ガラスモールドによって作製されても、その作製精度上のレンズ厚み誤差によって生じる収差を防止することができる。そして、光学ピックアップ1において、図6に示すように、第1のレンズ13及び第2のレンズ14がレンズ鏡筒21に取り付けられて、2群レンズ3は構成されている。

【0059】上記レンズ鏡筒21は、第1のレンズ13 20 が載置されるレンズ載置部22と、円筒状に形成されて、第2のレンズ14が収納されるレンズ収納部23とから構成されている。そして、レンズ鏡筒21は、レンズ収納部23に第1の取り付け基準面23a及び第2のレンズ基準面23bを設けている。この第1の取り付け基準面23a及び第2の取り付け基準面23bは、その間隔が基準値とされ、2群レンズ3の第1のレンズ13及び第2のレンズ14の位置決め面となる。

【0060】上記レンズ鏡筒21のレンズ載置部22 30 は、円筒状に形成されている。そして、レンズ載置部22には、内面に入射される光束を絞る絞り部22aと、端面に第1のレンズ13の第1の面15が載置される載置面22bとが設けられている。第1のレンズ13は、第1の面15の外周部15aを載置面22b上に当接して載置されている。すなわち、レンズ載置部22は、載置面22b上に載置された第1のレンズ13に入射される光束を絞り部22aにおいて絞っている。

【0061】上記レンズ鏡筒21のレンズ収納部23 40 は、一端にレンズ載置部22の載置面22bに当接される第1の取り付け基準面23aと、他端に第2の取り付け基準面23bとを設けている。

【0062】また、レンズ収納部23は、一端部に第1のレンズ13の外周面13aを覆うように形成された第1の収納部23cと、他端部に第2のレンズ14を収納する第2の収納部23dとを設けている。上記第2のレンズ14は、第4の面18が第2の取り付け基準面23bと同一面になるように第2の収納部23dに収納されている。そして、第2のレンズ14は、第2の収納部23dの内面に接着材24によって接着されている。

【0063】上記レンズ収納部23は、第1のレンズ1 50

3を第1の収納部23aに収納した状態で、第1の取り付け基準面23aがレンズ載置部22の載置面22bに当接されている。そして、レンズ収納部23は、接着材25によってレンズ載置部22と接着されている。

【0064】よって、2群レンズ3は、第1の面15がレンズ載置部22の載置面22bと同一面となるように取り付けられ、第4の面18がレンズ収納部23の第2の取り付け基準面23bと同一面をなすように取り付けられることで、第1の面15と第4の面17の間隔 L_{11} が基準値に設定される。

【0065】また、2群レンズ3は、レンズ鏡筒21に対して固定されているので、第1のレンズ13に対する第2のレンズ14の傾き及び偏芯を防止することができる。そして、2群レンズ3は、図1に示すように、レンズ鏡筒21を介して2軸アクチュエータ4によって支持されている。

【0066】上記2軸アクチュエータ4は、フォーカスエラー信号及びトラッキングエラー信号をもとに、2群レンズ3をフォーカス方向及びトラッキング方向に移動操作する。

【0067】上記2軸アクチュエータ4に支持された2群レンズ3は、光ディスク51の信号記録面51c上に光を集束させる。集束された光は、信号記録面51c上で反射され、反射光となって、2群レンズ3の第4の面18に入射される。

【0068】上記2群レンズ3は、反射光を透過し、 $\lambda/4$ 波長板8に向けて出射する。 $\lambda/4$ 波長板8は、入射された反射光を90°偏光させ、偏光ビームスプリッタ7に向けて出射する。

【0069】上記偏光ビームスプリッタ7は、 $\lambda/4$ 波長板8で偏光された反射光を反射面7aにおいて反射する。この反射面7aにおいて反射された光束は、集束レンズ9に向けて出射される。

【0070】上記集光レンズ9は、偏光ビームスプリッタ7の反射面7aで反射された反射光を集束させ、マルチレンズ10に向けて出射する。

【0071】上記マルチレンズ10は、シリンダリカルレンズ10aと凹レンズ10bとが一体に形成されている。このマルチレンズ10は、入射される反射光に非点収差を生じさせるとともに、この反射光を光検出器11上に集束させる。

【0072】上記光検出器11は、6枚の受光面を有している。この光検出器11は、マルチレンズ10によって集束された光束を受光面で受光して、その光の強度に基づいて電気信号を出力する。

【0073】光学ピックアップ1は、光検出器11よりの電気信号に基づいて、非点収差法を適用して構成されたフォーカスエラー検出回路によってフォーカスエラー信号を検出して、3ビーム方を適用して構成されたトラッキングエラー検出回路によってトラッキングエラー信

号を検出する。そして、光学ピックアップ1は、検出したフォーカスエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、2軸アクチュエータ4により2群レンズ3を移動操作してサーボ処理を行う。また、光学ピックアップ1は、光ディスク51の信号記録面51cに対して情報信号の書き込み又は読み出しを行う。

【0074】よって、光学ピックアップ1は、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} が基準値となるように組み立てられた2群レンズ3を備えることで、2群レンズのレンズ厚み誤差により収差を発生することがなくなる。すなわち、光学ピックアップ1は、2群レンズ3に

10 レンズ厚み誤差があっても、光ディスク51の信号記録面51cに対して劣化の少ない情報信号を書き込み又は読み出しすることができる。

【0075】以下、第1のレンズ13又は第2のレンズ14にレンズ厚み誤差が生じているときに発生する波面収差について、従来の2群レンズと比較した結果を示す。

【0076】先ず、第2のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じている場合について示す。

【0077】図7に示すように、第1の面15と第4の面18との間隔 L_{14} が基準値とされた場合、2群レンズ3によって生じた波面収差及び波面収差のRMS値は、図8に示すようになる。図8において、波面収差は、一波長スケールと対比されている。波面収差のRMS値は、 0.017rms となり、許容範囲に十分に収まる。

【0078】そして、比較例は、図9に示すように、第2の面65と第3の面66の間隔 L_{23} を一定として組み立てられた2群レンズ61である。この比較例では、第1の面64と第4の面67の間隔が図7に示す間隔 L_{14} よりも $10\mu\text{m}$ 長くなる。この比較例となる2群レンズ61によって生じた波面収差は、図10に示すように図8に示す波面収差より大きくなっている。また、波面収差のRMS値は、 0.064rms となり、許容範囲の略上限になっている。

【0079】よって、第2のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じた場合、明らかに、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} を基準値とした方が、波面収差は低減される。

【0080】次に、第2のレンズに $-10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じている場合について示す。図11に示すように、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} が基準値とされた場合、2群レンズ3によって生じた波面収差及び波面収差のRMS値は、図12に示すようになる。また、波面収差のRMS値は、 0.021rms となり、許容範囲に十分に収まる。

【0081】そして、比較例は、図13に示すように、第2の面65と第3の面66の間隔 L_{23} を一定として組み立てられた2群レンズ61である。この比較例では、

第1の面64と第4の面67の間隔が図11に示す間隔 L_{14} よりも $10\mu\text{m}$ 短くなる。この比較例となる2群レンズ61によって生じた波面収差は、図14に示すように図12に示す波面収差より大きくなっている。また、波面収差のRMS値は、 0.064rms となり、許容範囲の略上限になっている。

【0082】よって、第2のレンズに $-10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じた場合、明らかに、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} を基準値とした方が、波面収差は低減される。図15は、第2のレンズのレンズ厚み誤差と波面収差のRMS値との関係を示す。ここで、●印は、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} が基準値となるように組み立てられた2群レンズ3の波面収差のRMS値であり、○印は、第2の面65と第3の面66の間隔 L_{23} が一定の値となるように組み立てられた2群レンズ61の波面収差のRMS値である。

【0083】第2のレンズのレンズ厚み誤差が $-20\mu\text{m} \sim +20\mu\text{m}$ の領域において、明らかに第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} を基準値として組み立てた2群レンズ3の方が、波面収差のRMS値は小さくなっている。

【0084】次に、第1のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じている場合について示す。図16に示すように、第1の面15と第4の面18との間隔 L_{14} が基準値とされた場合、2群レンズ3によって生じた波面収差及び波面収差のRMS値は、図17に示すようになる。また、波面収差のRMS値は、 0.017rms となり、許容範囲に十分に収まる。

【0085】そして、比較例は、図18に示すように、第2の面65と第3の面66と間隔 L_{23} を一定として組み立てられた2群レンズ61である。この比較例では、第1の面64と第4の面67の間隔が図16に示す間隔 L_{14} よりも $10\mu\text{m}$ 長くなる。この比較例となる2群レンズ61によって生じた波面収差は、図19に示すように図17に示す波面収差より大きくなっている。また、波面収差のRMS値は、 0.023rms となる。

【0086】よって、第1のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じた場合、明らかに、第1の面15と第4の面18と間隔 L_{14} を基準値にした方が、波面収差は低減される。

【0087】図20は、第1のレンズ13のレンズ厚み誤差と波面収差との関係を示す。ここで、●印は、第1の面15と第4の面18の間隔 L_{14} が基準値となるように組み立てられた2群レンズ3の波面収差のRMS値であり、○印は、第2の面65と第3の面66の間隔 L_{23} が一定の値となるように組み立てられた2群レンズ61の波面収差のRMS値である。

【0088】第1のレンズ13のレンズ厚み誤差が $-30\mu\text{m} \sim +30\mu\text{m}$ の領域において、明らかに第1の面15と第4の面18の間隔を基準値として組み立てた2

群レンズ 3 の方が、波面収差の RMS 値は小さくなる。
 【0089】また、図 21 に示すように、2 群レンズ 3 において、第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 に各々 $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じる場合も考えられる。しかし、第 1 の面 15 と第 4 の面 18 の間隔 L_{14} が基準値とされた場合、2 群レンズ 3 によって生じた波面収差は、図 22 に示すように、ほとんど発生していない。また、波面収差の RMS 値は、図 22 に示すように、 0.013rms となり、許容範囲に十分に収まる。

【0090】次に、第 2 の実施の形態について説明する。第 2 の実施の形態は、第 1 の実施の形態と同様に、半導体レーザからのレーザ光を、第 1 のレンズ及び第 2 のレンズからなる 2 群レンズによって、光ディスクの信号記録面上に集光させる光学ピックアップである。

【0091】上記 2 群レンズは、図 24 に示すように、半導体レーザから入射されたレーザ光が入射される第 1 の面 15 及び第 1 の面 15 より入射されたレーザ光を第 2 のレンズ 13 に対して出射する第 2 の面 16 からなる第 1 のレンズ 14 と、第 1 のレンズ 13 の第 2 の面 16 から出射された光束が入射される第 3 の面 17 及び第 3 の面 17 より入射された光を対向して配設された光ディスクに出射する第 4 の面 18 からなる第 2 のレンズ 14 とから構成されている。

【0092】そして、2 群レンズ 30 は、第 2 の面 16 と第 4 の面 18 の間隔 L_{14} が基準値をなすように、光学ピックアップ 29 内に組み立てられている。

【0093】第 2 の実施の形態となる光学ピックアップ 29 において、第 1 の実施の形態とされた光学ピックアップ 1 と同一の構成部分については、同一の部品番号を付して、説明を省略する。

【0094】上記光学ピックアップ 29 は、図 23 に示すように、レーザ光を発射する半導体レーザ 2 と、半導体レーザ 2 の光軸と一致されて、光ディスク 51 の信号記録面 51c にレーザ光を集束させる 2 群レンズ 30 とを備えている。そして、光学ピックアップ 29 は、2 群レンズ 30 を支持する 2 軸アクチュエータ 4 を備えている。

【0095】さらに、光学ピックアップ 29 は、半導体レーザ 2 と 2 群レンズ 30 の間であって光軸を一致させて、コリメータレンズ 5 と、回折格子 6 と、偏光ビームスプリッタ 7 と、 $\lambda/4$ 波長板 8 とを半導体レーザ 2 側から順に備えている。

【0096】また、光学ピックアップ 29 は、偏光ビームスプリッタ 7 の反射面 7a で反射された光ディスク 51 からの反射光が入射される位置に、集束レンズ 9 と、マルチレンズ 10 と、光検出器 11 とを備えている。

【0097】上記 2 群レンズ 30 は、第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 が、上述の第 1 の実施の形態と同形状に形成されている。

【0098】上記 2 群レンズ 30 は、第 2 の面 16 と第 4 の面 18 とが一定の間隔 L_{14} になるように、第 1 のレンズ 13 に対して第 2 のレンズ 14 が離間されている。また、2 群レンズ 30 は、第 1 のレンズ 13 と第 2 のレンズ 14 との間に空気で構成された一枚の屈折レンズ（第 3 のレンズ）を有しているといえる。なお、第 2 のレンズ 14 での光束の開口数の方が、第 1 のレンズ 13 での光束の開口数よりも大きいので、肉厚トランスについては、第 2 のレンズ 14 の方が第 1 レンズ 13 よりも小さい。したがって、第 2 のレンズ 14 の厚み誤差のみを補正すれば収差を十分に抑えることができる。

【0099】2 群レンズ 30 において、第 2 レンズ 14 にレンズ厚み誤差が存在すると、上記第 3 のレンズは、その誤差と絶対値が同じ分だけ、厚みが逆に強制的に調整される。

【0100】例えば、第 2 のレンズ 14 は、そのレンズ厚み誤差によって収差を発生する。しかし、上記第 3 のレンズは、第 2 のレンズ 14 のレンズ厚み誤差によって生じた収差とは逆極性の収差をそのレンズ厚み誤差によって発生させる。すなわち、2 群レンズ 30 は、第 2 レンズ 14 にレンズ厚み誤差が生じて、上記第 3 のレンズに逆の厚み誤差が生じるために、全体として収差を補正することができる。よって、2 群レンズ 30 は、第 2 の面 16 と第 4 の面 18 の間隔 L_{14} が常に基準値とされた設計値になるように組み立てられることで、レンズ厚み誤差により収差の発生を防止することができる。

【0101】したがって、2 群レンズ 30 は、ガラスモールドによって作製されても、その作製精度上のレンズ厚み誤差によって生じる収差を防止することができる。

【0102】そして、光学ピックアップ 1 において、図 25 に示すように、第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 がレンズ鏡筒 31 に取り付けられて、2 群レンズ 30 は構成されている。

【0103】上記レンズ鏡筒 31 は、第 1 のレンズ 13 が載置されるレンズ載置部 32 と、第 2 のレンズ 14 が収納されるレンズ収納部 33 とから構成されている。そして、レンズ鏡筒 21 は、レンズ収納部 33 に第 1 の取り付け基準面 33a 及び第 2 のレンズ基準面 33b を設けている。この第 1 の取り付け基準面 33a 及び第 2 の取り付け基準面 33b は、その間隔が基準値とされ、2 群レンズ 3 の第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 の位置決め面となる。

【0104】上記レンズ鏡筒 31 のレンズ載置部 32 は、略円筒状に形成されている。そして、レンズ載置部 32 には、内面に入射される光束を絞る絞り部 32a と、端面に第 1 のレンズ 13 が載置されるレンズ載置面 32b とが設けられている。第 1 のレンズ 13 は、第 1 の面 15 の外周部 15a をレンズ載置面 32b 上に当接して載置されている。すなわち、レンズ載置部 32 は、レンズ載置面 32a に載置された第 1 のレンズ 13 に対

して入射される光束を絞り部 32a において絞っている。

【0105】上記レンズ鏡筒 31 のレンズ収納部 33 は、第 1 のレンズ 13 の外径よりやや大とされた内径を有し、略筒状に形成されている。

【0106】このレンズ収納部 33 は、一端に第 1 のレンズ 13 に当接する第 1 の取り付け基準面 33a と、他端に第 2 の取り付け基準面 33b とを設けている。そして、レンズ収納部 33 は、第 2 のレンズ 14 の外径と略同径の内径に形成されたレンズ取り付け部 32c を設けている。

【0107】第 2 のレンズ 14 は、第 2 の取り付け基準面 33b に第 4 の面 18 が一致されてレンズ取り付け部 33c に収納されている。そして、第 2 のレンズ 14 は、レンズ収納部 33 に接着材 3 によって接着されている。

【0108】上記レンズ収納部 33 は、第 1 のレンズ 13 の第 2 の面 16 の外周部 16a に第 1 の取り付け面 33a を当接して載置されている。なお、第 1 のレンズ 13 は、レンズ載置面 32b に接着材 35 によって接着されている。

【0109】よって、2 群レンズ 30 は、第 4 の面 18 が第 2 の取り付け基準面 33b と同一面になるように取り付けられ、第 2 の面 16 上にレンズ収納部 33 の第 1 の取り付け基準面 33a が取り付けられることで、第 2 の面 16 と第 4 の面 18 の間隔 L_1 が基準面に設定される。

【0110】上記光学ピックアップ 29 は、上述のようにして第 2 の面 16 と第 4 の面 18 の間隔 L_1 が基準値となるように組み立てられた 2 群レンズ 30 を備えることで、波面収差を減少させることができる。すなわち、光学ピックアップ 29 は、2 群レンズ 30 にレンズ厚み誤差があっても、光ディスクの信号記録面に対して劣化することなく情報信号を書き込み又は読み出しすることができる。

【0111】上記 2 群レンズ 30 において、第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 にレンズ厚み誤差が生じているときの波面収差の値を示す。条件は、図 26 に示すように、第 1 のレンズ 13 及び第 2 のレンズ 14 に各々 $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差が生じている場合である。この場合、第 2 の面 16 と第 4 の面 18 の間隔 L_1 が基準値とされているために、2 群レンズ 30 によって生じた波面収差は、図 27 に示すようになる。また、波面収差の RMS 値は、 0.048rms となり、許容範囲に十分に収まる。

【0112】なお、上述の第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態となる光学ピックアップは、2 群レンズの第 1 のレンズに入射される光束が平行光束である場合について説明したが、第 1 のレンズに有限系の光束が入射される 2 群レンズを用いることもできる。

【0113】

【発明の効果】本発明に係る光学ピックアップは、基準面とされた間隔で第 1 の面及び第 4 の面の取り付け基準面が設けられた鏡筒に取り付けた 2 群レンズを備えることで、2 群レンズにレンズ厚み誤差が生じても、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることができる。

【0114】また、本発明に係る光学ピックアップは、基準値とされた間隔で第 2 の面及び第 4 の面の取り付け基準面が設けられた鏡筒に取り付けた 2 群レンズを備えることで、2 群レンズにレンズ厚み誤差が生じても、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることができる。

【0115】さらに、本発明に係る光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法は、2 群レンズを第 1 の面と第 4 の面の間隔が基準値となるように組み立てることで、2 群レンズにレンズ厚み誤差が生じても、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることができる。

【0116】そして、本発明に係る光学ピックアップ用対物レンズの組み立て方法は、2 群レンズを第 2 の面と第 4 の面の間隔が基準値となるように組み立てることで、2 群レンズにレンズ厚み誤差が生じても、特殊なデバイスを組み込むことなく収差を許容範囲に収めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態となる光学ピックアップの構成図である。

【図 2】上記第 1 の実施の形態となる光学ピックアップの備える 2 群レンズの正面図である。

【図 3】上記 2 群レンズの球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す光学特性図である。

【図 4】軸上、入射角度 0.000° の条件下の、タンジェンシャル方向及びサジタル方向のコマ収差を示す光学特性図である。

【図 5】入射角度 0.500° の条件下の、タンジェンシャル方向及びサジタル方向のコマ収差を示す光学特性図である。

【図 6】上記 2 群レンズが収納されるレンズ鏡筒の断面図である。

【図 7】上記 2 群レンズの第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10\mu\text{m}$ があるときの正面図である。

【図 8】上記 2 群レンズの第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10\mu\text{m}$ が生じた場合の波面収差を示す光学特性図である。

【図 9】第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10\mu\text{m}$ を生じた比較例となる 2 群レンズの正面図である。

【図 10】第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10\mu\text{m}$ を生じた上記比較例となる 2 群レンズの波面収差を示す光学特性図である。

【図 1 1】上記 2 群レンズの第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $-10 \mu\text{m}$ があるときの正面図である。

【図 1 2】上記 2 群レンズの第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $-10 \mu\text{m}$ が生じた場合の波面収差を示す光学特性図である。

【図 1 3】第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $-10 \mu\text{m}$ を生じた比較例となる 2 群レンズの正面図である。

【図 1 4】第 2 のレンズにレンズ厚み誤差 $-10 \mu\text{m}$ を生じた上記比較例となる 2 群レンズの波面収差を示す光学特性図である。

【図 1 5】上記第 2 のレンズのレンズ厚み誤差と波面収差の RMS 値との関係を示す光学特性図である。

【図 1 6】上記 2 群レンズの第 1 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ があるときの正面図である。

【図 1 7】上記 2 群レンズの第 1 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ が生じた場合の波面収差を示す光学特性図である。

【図 1 8】第 1 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ を生じた比較例となる 2 群レンズの正面図である。

【図 1 9】第 1 のレンズにレンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ を生じた上記比較例となる 2 群レンズの波面収差を示す光学特性図である。

【図 2 0】上記第 1 のレンズのレンズ厚み誤差と波面収差の RMS 値との関係を示す光学特性図である。

【図 2 1】上記 2 群レンズの第 1 のレンズ及び第 2 のレンズに各々レンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ があるときの正面図である。

【図 2 2】上記 2 群レンズの第 1 のレンズ及び第 2 のレ

ンズに各々レンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ が生じた場合の波面収差を示す光学特性図である。

【図 2 3】本発明の第 2 の実施の形態となる光学ピックアップの構成図である。

【図 2 4】上記第 2 の実施の形態となる光学ピックアップの備える 2 群レンズの正面図である。

【図 2 5】上記 2 群レンズが収納されるレンズ鏡筒の断面図である。

【図 2 6】上記第 2 の実施の形態となる光学ピックアップの備える 2 群レンズであって、第 1 のレンズ及び第 2 のレンズに各々レンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ があるときの正面図である。

【図 2 7】上記第 2 の実施の形態となる光学ピックアップの備える 2 群レンズであって、第 1 のレンズ及び第 2 のレンズに各々レンズ厚み誤差 $+10 \mu\text{m}$ が生じた場合の波面収差を示す光学特性図である。

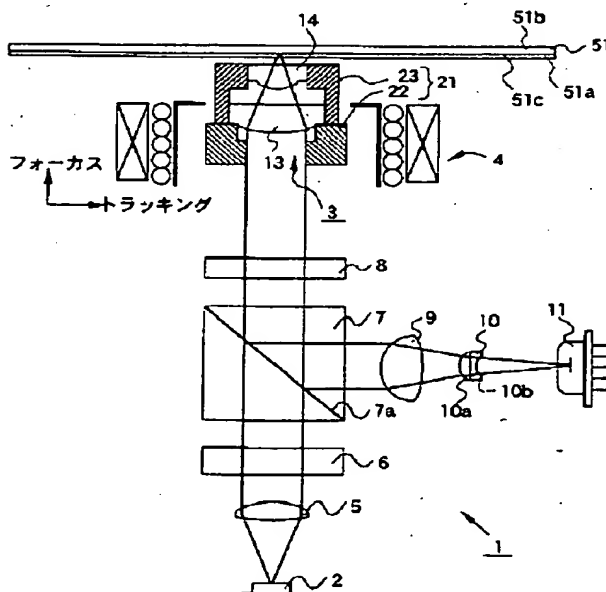
【図 2 8】従来の 2 群レンズの説明に用いた 2 群レンズの正面図である。

【図 2 9】第 1 のレンズに対して第 2 のレンズが倒れ又は偏芯を生じた 2 群レンズの正面図である。

【符号の説明】

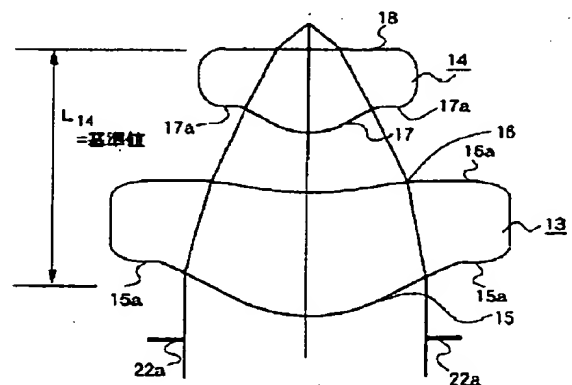
1 光学ピックアップ、3 2 群レンズ、13 第 1 レンズ、14 第 2 のレンズ、15 第 1 の面、16 第 2 の面、17 第 3 の面、18 第 4 の面、21 レンズ鏡筒、23 a 第 1 の取り付け基準面、23 b 第 2 の取り付け基準面、29 光学ピックアップ、30 2 群レンズ、31 レンズ鏡筒、33 a 第 1 の取り付け基準面、33 b 第 2 の取り付け基準面

【図 1】



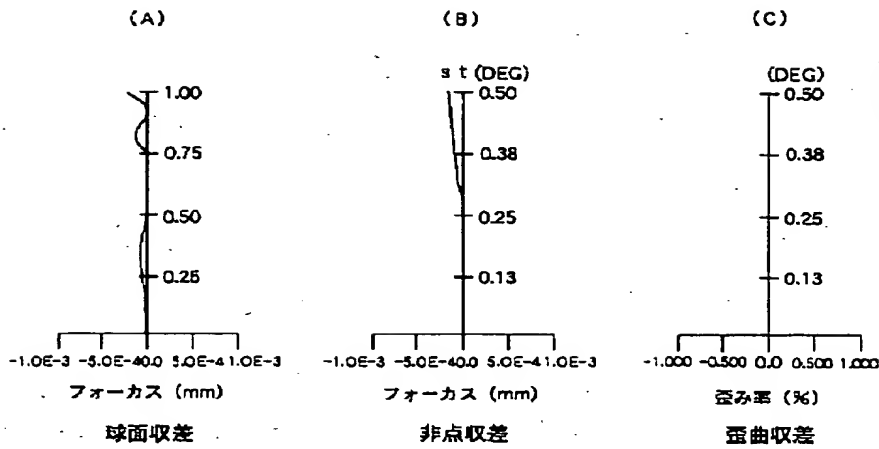
光学ピックアップ

【図 2】

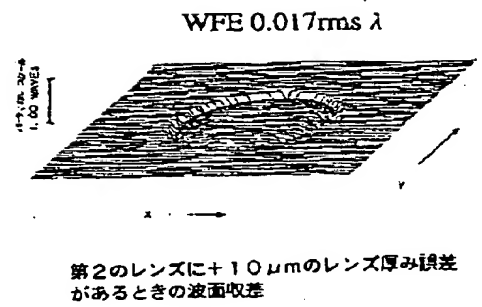


2群レンズ

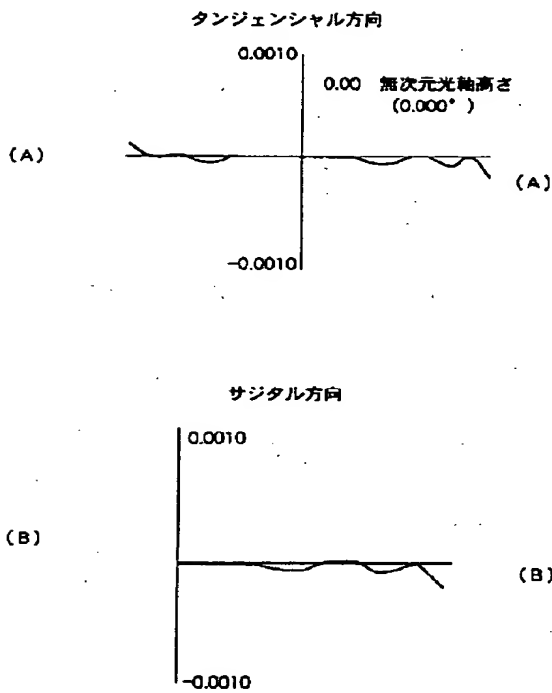
【 図 3 】



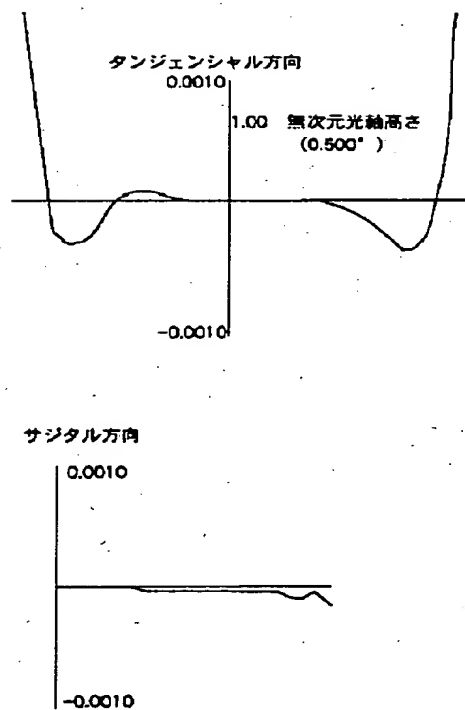
【 図 8 】



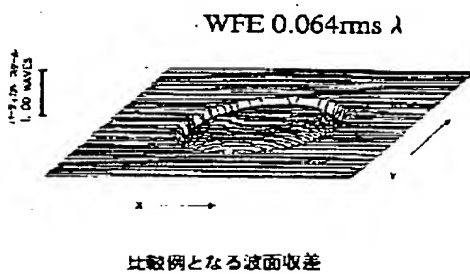
【 図 4 】



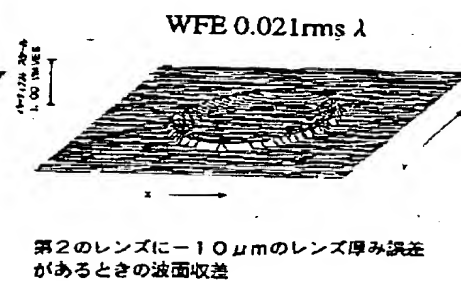
【 図 5 】



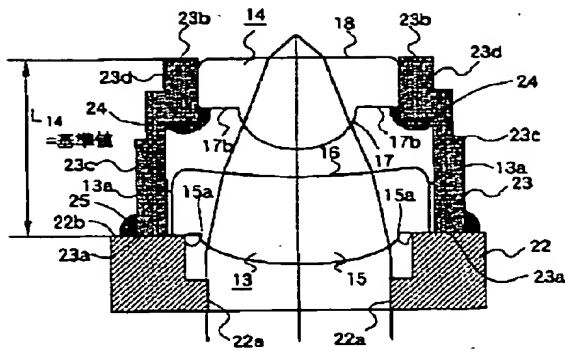
【 図 10 】



【 図 12 】

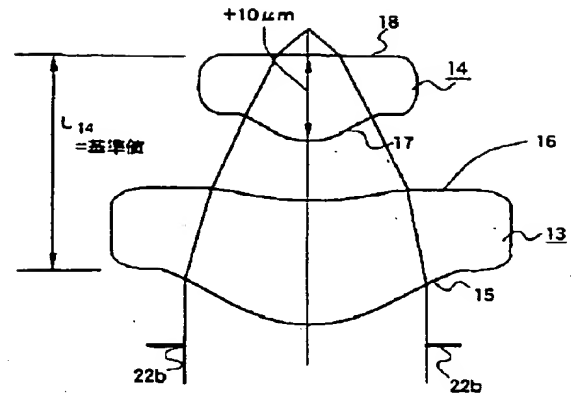


【 図 6 】

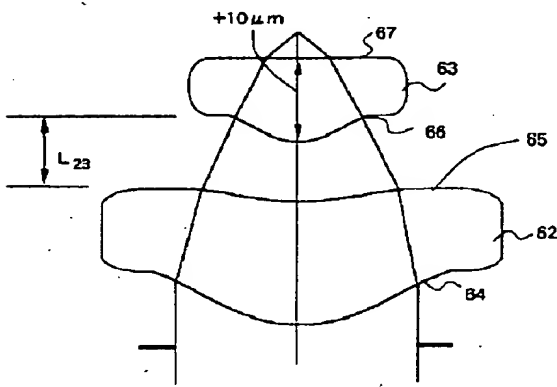


2 群レンズとレンズ鏡筒

【 図 7 】

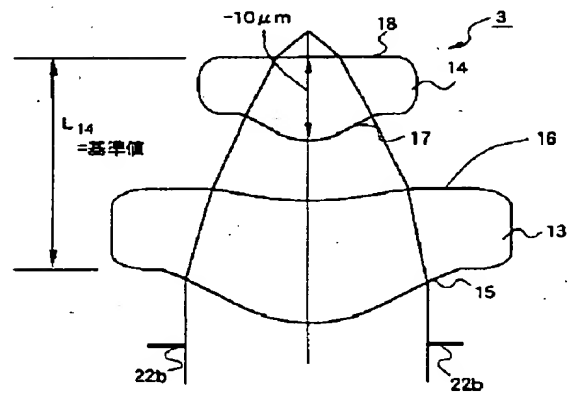
第 2 のレンズに +10 μm のレンズ
厚み誤差があるときの 2 群レンズ

【 図 9 】

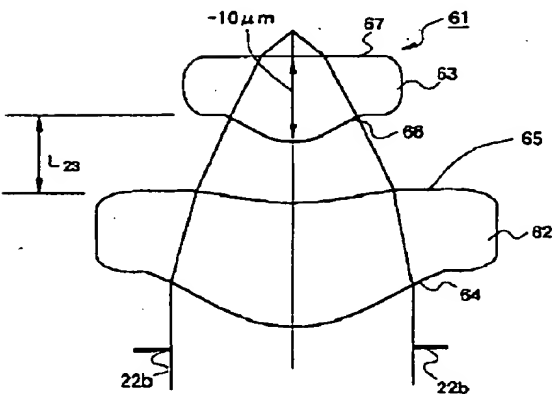


比較例の 2 群レンズ

【 図 11 】

第 2 のレンズに -10 μm のレンズ
厚み誤差があるときの 2 群レンズ

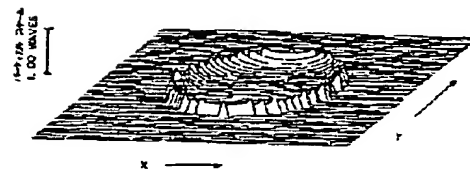
【 図 13 】



比較例となる 2 群レンズ

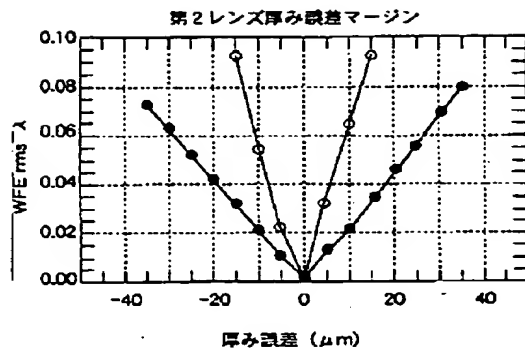
【 図 14 】

WFE 0.064rms λ



比較例となる波面収差

【 図 15 】

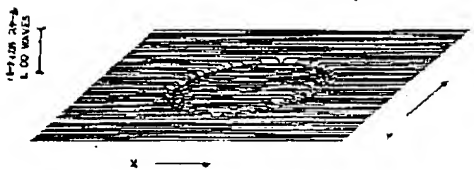


第2のレンズのレンズ厚み誤差
と波面収差のREM値との関係

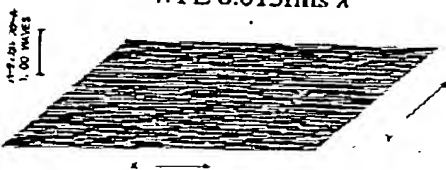
【 図 17 】

WFE 0.017rms λ 

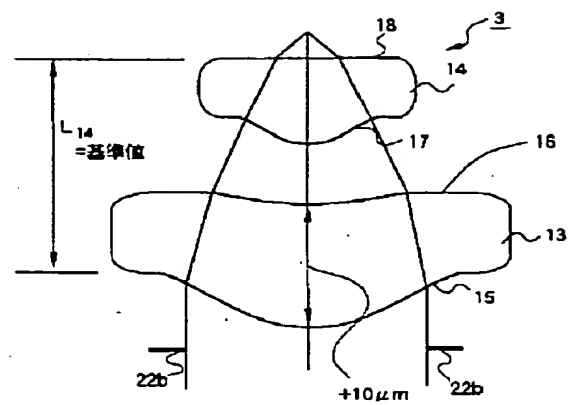
【 図 19 】

WFE 0.023rms λ 

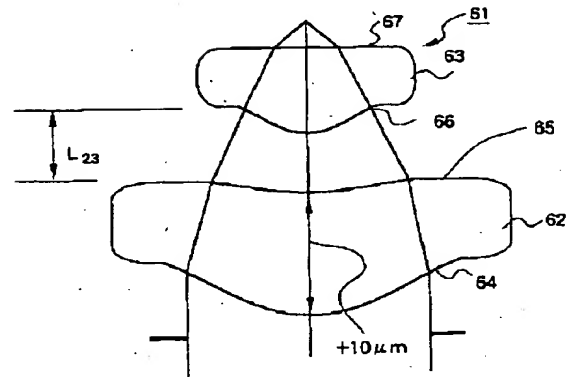
【 図 22 】

WFE 0.013rms λ 

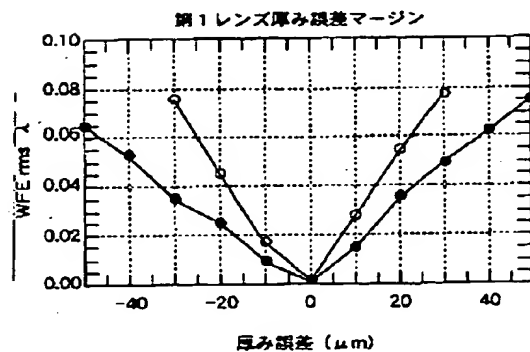
【 図 16 】



【 図 18 】

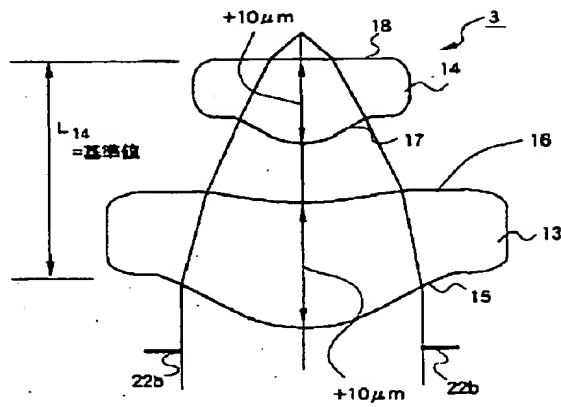


【 図 20 】



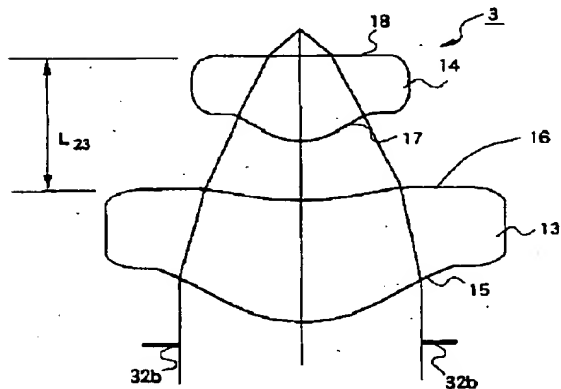
第1のレンズのレンズ厚み誤差
と波面収差のREM値との関係

【図 2 1】



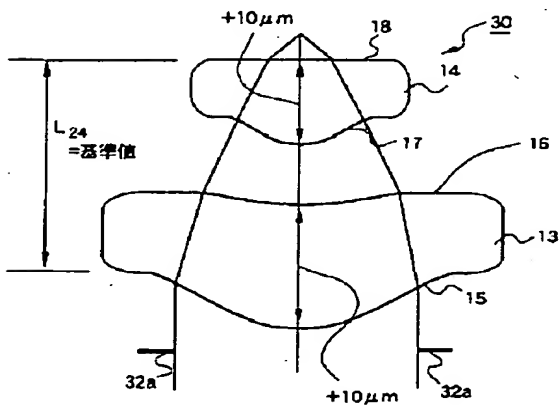
第1のレンズおよび第2のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差があるときの2群レンズ

【図 2 4】



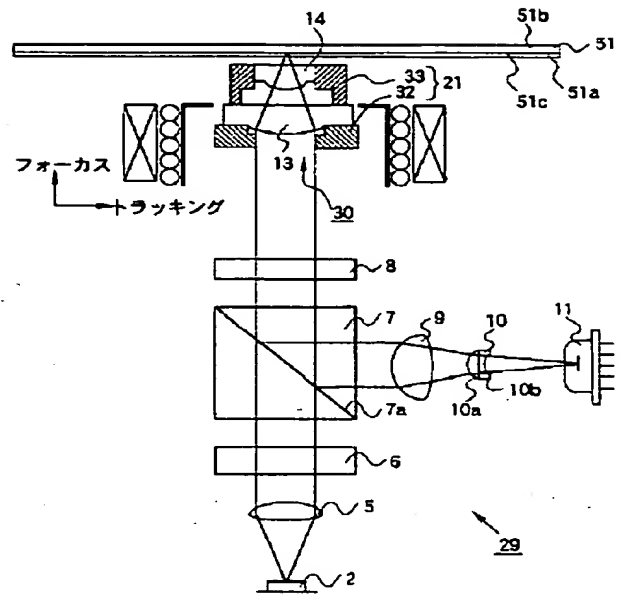
2群レンズ

【図 2 6】



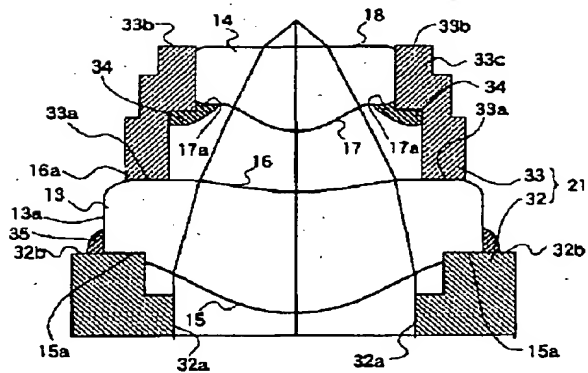
第1のレンズおよび第2のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差があるときの2群レンズ

【図 2 3】



光学ピックアップ

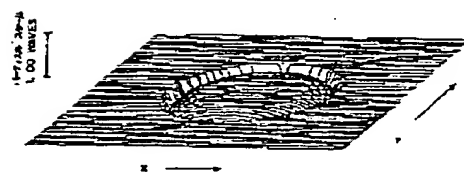
【図 2 5】



2群レンズとレンズ鏡筒

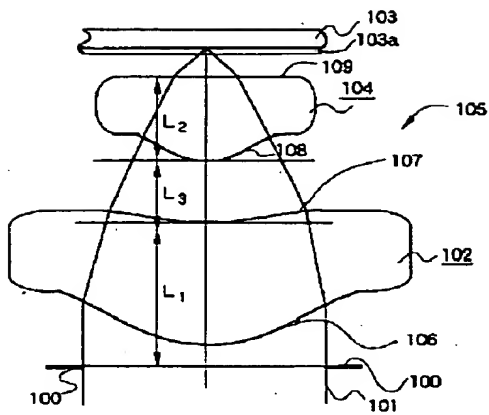
【図 2 7】

WFE 0.048rms λ

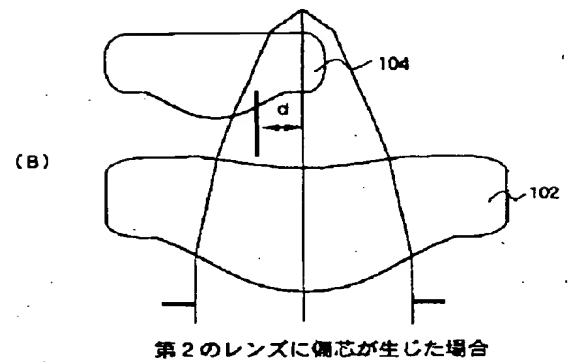
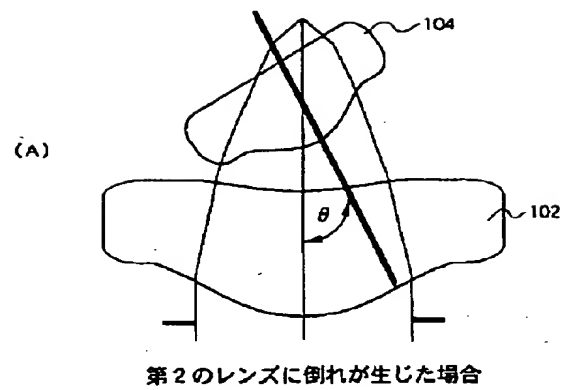


第1のレンズおよび第2のレンズに $+10\mu\text{m}$ のレンズ厚み誤差があるときの波面収差

【 図 2 8 】



【 図 2 9 】



フロントページの続き

- (72) 発明者 渡辺 俊夫
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ
ニー株式会社内
- (72) 発明者 鈴木 彰
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ
ニー株式会社内
- (72) 発明者 大里 潔
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ
ニー株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.